



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 100 08 485 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 03 H 7/38
H 05 H 1/46
H 01 J 37/08

⑲ Aktenzeichen: 100 08 485.0
⑳ Anmeldetag: 24. 2. 2000
㉓ Offenlegungstag: 6. 9. 2001

DE 100 08 485 A 1

⑦① Anmelder:
CCR GmbH Beschichtungstechnologie, 53619
Rheinbreitbach, DE

⑦④ Vertreter:
Eggert, H., Dipl.-Chem. Dr., Pat.-Anw., 50935 Köln

⑦② Erfinder:
Weiler, Manfred, Dr., 53619 Rheinbreitbach, DE;
Dahl, Roland, 53545 Ockenfels, DE

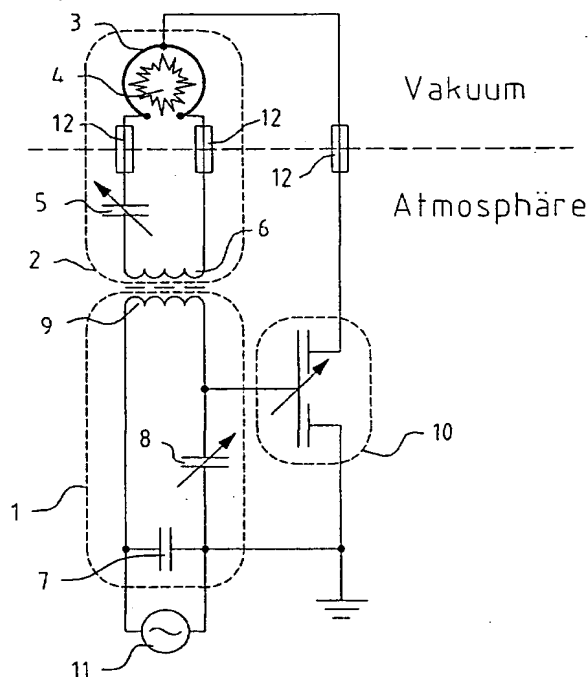
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 39 23 661 A1
US 42 84 490
US 35 69 777
RAYNER, J.P., et.al.: Radio frequency matching
for helicon plasma sources. In: J. Vac. Sci.
Technol. A 14 (4), Jul/Aug 1996, S.2048-2055;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Hochfrequenz-Anpassnetzwerk**

⑤⑦ Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk, bestehend aus einem primären Schaltkreis (1) mit einem beliebigen (7) und einem variablen Kondensator (8) und einer Hochfrequenz-Luftspule (9) sowie einem sekundären Schaltkreis (2) mit einem beliebigen Kondensator (5, 17), einer Hochfrequenz-Luftspule (6) und mindestens einer Anregungselektrode (3), wobei die Schaltkreise (1, 2) über den induktiven Fluß der Hochfrequenz-Luftspulen (6, 9) miteinander und Primär- (1) und Sekundärkreis (2) zusätzlich kapazitiv gekoppelt sind.



DE 100 08 485 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspeisen eines hochfrequenten elektrischen Wechselfelds in eine Niederdruckgasentladung, im folgenden als Plasma bezeichnet, bei gleichzeitigem Angleich der Verbraucherimpedanz an den Innenwiderstand eines handelsüblichen Hochfrequenz-Generators, im folgenden Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk genannt.

Hochfrequenz angeregte Plasmen finden heute in vielen technologischen Bereichen Anwendung, insbesondere jedoch in der Behandlung von Festkörperoberflächen. So werden Hochfrequenz-Plasmen z. B. zur plasmagestützten Abscheidung dünner Schichten oder zum Reinigen und Ätzen von Oberflächen eingesetzt. Beim Betrieb von Hochfrequenz-Plasmen ist die Verwendung von Impedanz-Anpaßnetzwerken notwendig um die Verbraucherimpedanz auf den Innenwiderstand des verwendeten Hochfrequenz-Generators abzustimmen. Nur wenn die Verbraucherimpedanz mit dem Innenwiderstand des Generators übereinstimmt, ist eine optimale Übertragung der Leistung von Generator zum Verbraucher möglich. In der Regel wird zwischen dem Verbraucher und den Generator ein Impedanz-Anpaßnetzwerk geschaltet, welches den Angleich der beiden Impedanzen durchführt.

Anpaßnetzwerke für die Plasmaanregung erlauben nach heutigem Stand der Technik lediglich die induktive Angleichung der Verbraucherimpedanz zum Innenwiderstand des Generators, um die reflektierte Leistung zu minimieren und somit die ins Plasma eingespeiste Leistung zu optimieren. Die Ankopplung des elektrischen Wechselfelds an das Plasma erfolgt dabei über eine Elektrode in Kontakt mit dem Plasma oder über die Einstrahlung des Feldes über ein dielektrisches Medium. Für die Anregungseffizienz des Plasmas ist von besonderer Bedeutung, ob bei der Anregung des Plasmas der kapazitive oder induktive Anteil der Anregung überwiegt. Eine kapazitive Anregung liegt dann vor, wenn die elektromagnetische Welle über die Randschicht des Plasmas eingestrahlt wird und bei ihrer Ausbreitung zum Zentrum des Plasmas hin eine exponentielle Dämpfung erfährt. Im Falle der induktiven Anregung erfolgt die Ankopplung des elektrischen Wechselfeldes über ein im Plasma induziertes magnetisches Wechselfeld. In der Regel besteht die Anregung aus einer Mischanregung mit einem kapazitiven und induktiven Anteil. Bei festgehaltener äußerer Hochfrequenz-Leistung wird der kapazitive Anteil der Plasmaankopplung durch die Spannungsamplitude und der induktive Anteil durch die Stromamplitude des an der Elektrode anliegenden elektrischen Wechselfeldes bestimmt.

Rayner, Cheetham und French haben in J. Vac. Sci. Technol. A 14(4) (Jul/Aug 1996), Seiten 2048-2055, bereits ein Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk beschrieben, das aus zwei Schaltkreisen besteht, wobei diese über den induktiven Fluß der Hochfrequenz-Luftspulen miteinander gekoppelt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verlustarmes Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk zur Plasmaanregung bereitzustellen, das die freie Wahl von Strom- und Spannungsamplitude bei gleichzeitiger Angleichung der Verbraucherimpedanz an den Innenwiderstand eines Hochfrequenz-Generators ermöglicht und somit eine kontinuierliche Einstellung zwischen kapazitiver und induktiver Anregung des Plasmas erlaubt.

Erfindungsgemäß besteht das Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk aus einem primären Schaltkreis, in den die Leistung eines Hochfrequenz-Generators eingespeist wird, mit einem beliebigen und einem variablen Kondensator und einer Hochfrequenz-Luftspule sowie einem sekundären Schaltkreis mit einem festen oder variablen Kondensator, einer

Hochfrequenz-Luftspule und mindestens einer Anregungselektrode zur Erzeugung des Plasmas, wobei die Schaltkreise über den induktiven Fluß der Hochfrequenz-Luftspulen und zusätzlich kapazitiv miteinander gekoppelt sind. Es kann, bei Verwendung eines variablen Kondensators im Sekundärkreis kontinuierlich, zwischen kapazitiver und induktiver Plasmaankopplung gewählt werden.

Der Grad der kapazitiven Kopplung zwischen dem Primär- und dem Sekundärkreis läßt sich durch einen oder mehrere Fest-Kondensatoren oder einen variablen Kondensator einstellen. Als Kondensator kann beispielsweise ein Hochfrequenz-Luftkondensator aus einem unedlen Metall mit geringem elektrischen Widerstand verwendet werden, der an der Oberfläche mit einer Schicht eines chemisch-inerten Metalls mit hohen Leitwerten versehen ist, wie in der gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "Hochfrequenz-Luftkondensator" mit dem internen Aktenzeichen 167/99 der Firma CCR GmbH Beschichtungstechnologie beschrieben. Vorzugsweise wird hierzu ein Luftplattentrimer mit multi-linearer Kennlinie verwendet, der segmentierte Stator- und/oder Rotorplatten aufweist, wie in der gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "Differential-Luftplattentrimer mit multi-linearer Kennlinie" mit dem internen Aktenzeichen 179/00 der Firma CCR GmbH Beschichtungstechnologie beschrieben. Im Falle der kapazitiven Kopplung kann über die Variation der Hochfrequenz-Amplitude der Spannungsabfall über die Plasmarandschicht und somit das Plasmapotential in Bezug auf das Erdpotential variiert werden. Über die Variation der Hochfrequenz-Amplitude kann somit die Energie der Ionen eingestellt werden, da die Energie der Ionen vom Plasmapotential bestimmt wird. Wird anstelle eines gewöhnlichen Trimmers der genannte multi-lineare Differential-Luftplattentrimer eingesetzt, so ist bei der Variation des Plasmapotentials ein nachträgliches Anpassen der Resonanzkreise über die Variation der kapazitiven Kopplung nicht mehr erforderlich. Die Ionenenergie kann somit sehr einfach durch nur einen einzigen Trimmer eingestellt werden. Ist eine kontinuierlich einstellbare Ionenenergie nicht erforderlich, so kann der Differential-Trimmer durch Festkondensatoren ersetzt werden.

Die Resonanzfrequenz von Primär- und Sekundärkreis kann auf die Generatorfrequenz über einen Primär- sowie einen Sekundär-Trimmer angepaßt werden und/ oder durch Variation der induktiven Kopplung zwischen Primär- und Sekundärspule, insbesondere durch Variation des axialen und radialen Abstandes zwischen den Spulen. Parallel zu den Trimmern können zusätzlich Fest-Kondensatoren geschaltet werden. Idealerweise ist der Primärkreis derart dimensioniert, daß hohe Spannungsamplituden (Spannungsresonanz) erreicht werden, und der Sekundärkreis derart, daß hohe Stromamplituden (Stromresonanz) erreicht werden.

Als Hochfrequenz-Luftspulen werden insbesondere kühlabare Hochfrequenz-Luftspulen in Form eines Rohres aus einem unedlen Metall mit geringem elektrischem Widerstand verwendet, die mindestens an ihrer äußeren Oberfläche mit einer Schicht eines chemisch-inerten Metalls mit hohen Leitwerten versehen sind, wie in der gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "Kühlbare Hochfrequenz-Luftspule" mit dem internen Aktenzeichen 166/99 der Firma CCR GmbH Beschichtungstechnologie beschrieben.

Zur Erzeugung der Stromresonanz im Sekundärkreis sollte die Gesamtinduktivität dieses Kreises möglichst gering sein. Die Sekundärspule wird deshalb auf ein Minimum an Wicklungen reduziert, vorzugsweise auf nur eine Windung. Zur Erzeugung der Spannungsresonanz im Primärkreis sollte die Induktivität dieses Kreises möglichst groß

sein. Daher besteht die Primärspule aus mehreren, vorzugsweise aus 2 bis 10, Wicklungen. Der Durchmesser der Spulen sollte zwischen 10 und 100 mm liegen.

Die Anregungselektrode zur Plasmaanregung kann sowohl innerhalb des Vakuums als auch außerhalb angeordnet sein. Ist die Anregungselektrode im Vakuum angeordnet, kann sie mit dem atmosphärenseitigen Teil des Sekundärkreises über Vakuumstromdurchführungen verbunden sein. Es kann auch der gesamte aus Trimmer, Spule, Anregungselektrode sowie den Verbindungselementen bestehende Sekundärkreis im Vakuum angeordnet sein, wobei der Sekundär-Trimmer durch eine mechanische Vakuumdurchführung einstellbar ist. Zwischen den beiden Kopplungsspulen kann ein dielektrisches Fenster aus einem unmagnetischen und magnetisch durchlässigen Material zur Trennung des Vakuums von der Atmosphäre dienen. Ein solches Fenster kann aus Kunststoff, z. B. Teflon, aus Glas, z. B. Quarz- oder Fensterglas, sowie aus Keramik oder Aluminiumoxid bestehen.

Das erfindungsgemäße Impedanz-Anpaßnetzwerk kann in Verbindung mit allen möglichen und beliebigen Anregungselektroden zur Plasmaanregung verwendet werden. Es bestehen keinerlei Restriktionen bzgl. Form, Geometrie, Material, Anordnung, Anzahl etc. der Anregungselektrode.

Um eine möglichst hohe Stromamplitude bei fest gehaltener Hochfrequenz-Leistung zu erzielen, müssen weiterhin alle Komponenten des Anpaßnetzwerkes so gestaltet sein, daß möglichst geringe ohmsche Leistungsverluste auftreten. Üblicherweise bestehen einzelne oder alle hochfrequenz-führenden Komponenten von Anpaßnetzwerken, insbesondere Verbindungselemente, Leiterbahnen, Hochfrequenz-Luftspulen, Kondensatoren, Vakuumstromdurchführungen und Anregungsspulen, aus einem Metall mit geringem elektrischen Widerstand. Aus wirtschaftlichen Gründen werden üblicherweise unedle Metalle, z. B. Kupfer oder Messing, gewählt.

Allerdings fließt bei den hier angestrebten Frequenzen zwischen 1 und 50 MHz der Strom aufgrund des Skineffekts lediglich an der Oberfläche des Leiters über eine Randschicht mit einer Dicke von einigen Mikrometern. Bei herkömmlichen Leitermaterialien, wie z. B. Kupfer, reagiert die Oberfläche des Leiters durch den Kontakt mit dem Sauerstoff oder dem Stickstoff der Luft und es bildet sich eine Oxid- oder Nitridschicht auf der Oberfläche aus, welche die Leitfähigkeit an der Oberfläche des Leiters beträchtlich vermindert und somit die ohmschen Verluste für Hochfrequenz beträchtlich erhöht. Es sollte dafür gesorgt werden, daß die Leitfähigkeit der Oberfläche erhalten bleibt, z. B. durch das Beschichten einzelner oder aller hochfrequenz-führenden Komponenten mindestens an ihrer äußeren Oberfläche mit einer Schicht eines chemisch-inerten Metalls mit hohen Leitwerten.

Werden Edelmetalle, z. B. Gold, Silber oder Platin, auf unedle Metalle, z. B. Kupfer oder Messing, aufgebracht, so besteht die Gefahr, daß das Edelmetall in das Trägermaterial oder das Trägermaterial in das Edelmetall hineindiffundiert. Das hat zur Folge, daß die Leitfähigkeit an der Oberfläche aus den für die herkömmlichen Leitermaterialien genannten Gründen abnimmt. Der Diffusionsvorgang kann mittels einer Diffusionssperre, z. B. einer hauchdünnen Schicht aus Nickel, die vor dem Aufbringen der chemisch-inerten Metallschicht auf das unedle Metall aufgetragen wird, verhindert werden. Somit ist die Langzeitstabilität der äußeren Metallschicht sichergestellt. Beide Schichten können plasmachemisch oder galvanisch und vorzugsweise als geschlossene Schicht einer Dicke von 10 nm bis 10 µm, vorzugsweise 1 µm, aufgebracht sein.

Die beiden Schichten, d. h. die Diffusionssperre und die darauf aufgetragene chemisch-inerte Metallschicht, sind de-

tailliert in den beiden gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereichten Patentanmeldungen "Kühlbare Hochfrequenz-Luftspule" mit dem internen Aktenzeichen 166/99 sowie "Hochfrequenz-Luftkondensator" mit dem internen Aktenzeichen 167/99 der Firma CCR GmbH Beschichtungstechnologie beschrieben.

Einzelne oder alle hochfrequenz-führenden Komponenten des Anpaßnetzwerkes können mit einem flüssigen Medium, vorzugsweise mit Wasser, gekühlt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Anpaßnetzwerk, das zur Erzeugung eines quasineutralen Plasmastrahls oder Ionenstrahls verwendet werden kann, kann insbesondere die rein induktive Anregung optimiert werden, was zu einer beträchtlich höheren Anregungseffizienz führt. Außerdem wird dadurch die Ausnutzung spezieller Resonanzanregungen wie die Elektronen-Zyklotronen-Wellenresonanz oder die Landau-Dämpfungsresonanz ermöglicht.

Verwendet werden kann das erfindungsgemäße Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk beispielsweise in einer Hochfrequenz-Plasma- oder -Ionenquelle wie in der gleichzeitig mit dieser Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "Hochfrequenz-Plasmaquelle" mit dem internen Aktenzeichen 169/99 der Firma CCR GmbH Beschichtungstechnologie beschrieben.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand von Zeichnungen verdeutlicht:

Fig. 1 zeigt eine mögliche Verschaltung des Impedanz-Anpaßnetzwerkes

Fig. 2 zeigt eine Variante des Impedanz-Anpaßnetzwerkes

Fig. 3 zeigt ein System zur Übertragung des elektrischen Wechselfeldes ins Vakuum

Fig. 4 zeigt eine weitere Variante des Impedanz-Anpaßnetzwerkes

Die Schaltung des Anpaßnetzwerkes in Fig. 1 besteht aus zwei gekoppelten Schwingkreisen, dem Primär- (1) sowie dem Sekundärkreis (2). Die Leistung des Hochfrequenz-Generators (11) wird in den Primärkreis (1) eingespeist. Im Sekundärkreis (2) befindet sich eine im Vakuum liegende Anregungselektrode (3) zur Erzeugung des Plasmas. Dabei wird die Anregungselektrode (3) mit dem Sekundärkreis (2) über zwei Vakuumstromdurchführungen (12) verbunden. Die Kopplung beider Schaltkreise (1, 2) erfolgt sowohl induktiv mittels eines Übertragers bestehend aus zwei Hochfrequenz-Luftspulen (9, 6), als auch kapazitiv mittels eines Differential-Trimmers (10). Der Primärkreis (1) besteht aus einer Primärspule (9), einem beliebigen (7) und einem variablen Kondensator (Primärtrimmer) (8). Der Kondensator (7) liegt parallel zum Ausgang des Hochfrequenz-Generators, wobei üblicherweise ein Pol des Hochfrequenz-Generators (11) auf Massepotential geschaltet ist. Ebenfalls parallel zum Ausgang des Hochfrequenz-Generators (11) liegt die Reihenschaltung aus Primärtrimmer (8) und Primärspule (9), wobei der Primärtrimmer (8) mit dem Massepol des Hochfrequenz-Generators (11) verbunden ist. Der Sekundärkreis besteht aus der Reihenschaltung der Sekundärspule (6), einem variablen Kondensator (Sekundärtrimmer) (5) und der Anregungselektrode (3). Der Zentralpol des Differential-Trimmers ist dabei zwischen der Primärspule (9) und dem Primärtrimmer (8) angeschlossen. Die Seitenpole des Differential-Trimmers (10) sind auf Massepotential gelegt bzw. mit dem Zentralpol der Anregungselektrode (3) verbunden. Bei Bedarf können zusätzlich Festkondensatoren parallel zu allen Trimmern geschaltet werden.

Fig. 2 zeigt eine Variante des in Fig. 1 dargestellten Anpaßnetzwerkes, in der der gesamte Sekundärkreis (2) im Vakuum angeordnet ist. Die Trennung zwischen Vakuum und Atmosphäre erfolgt zwischen den beiden über den Indukti-

onsfluß gekoppelten Luftspulen (6, 9) des Primär- bzw. Sekundärkreises (1, 2). Zur Trennung von Vakuums und Atmosphäre wird ein dielektrisches Fenster (13) verwendet (Fig. 3), welches den Induktionsfluß der beiden Kopplungsspulen (6, 9) nicht unterbricht. Zwischen dem Fenster (13) und der Rückwand des Plasmagefäßes (14) ist eine Vakuumdichtung (15) angeordnet. Die Abstimmung des Sekundärkreises durch den Trimmer (5) erfolgt nun mittels einer mechanischen Vakuumdurchführung (16).

Fig. 4 zeigt eine weiterentwickelte Variante des Anpaßnetzwerkes, in der der Sekundärtrimmer (5) durch einen Festkondensator (17) ersetzt wurde und die Abstimmung der Schwingkreise durch den Primärtrimmer (8) sowie durch Variation der induktiven Kopplung zwischen Primär- (9) und Sekundärspule (6) erfolgt. Hierzu wird der axiale und radiale Abstand zwischen der Primär- (9) und Sekundärspule (6) variiert, indem Komponenten des atmosphärenseitigen Anpaßnetzwerkes beweglich gelagert werden. Die Verbindung zwischen beweglich gelagerten und fest fixierten Komponenten des Primärkreises erfolgt dabei über flexible Leiterbahnen oder Hochfrequenz-Kabel.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|----|
| 1 primärer Schaltkreis des Impedanz-Anpaßnetzwerkes | 25 |
| 2 sekundärer Schaltkreis des Impedanz-Anpaßnetzwerkes | |
| 3 Anregungselektrode | |
| 4 Plasma | |
| 5 variabler Kondensator (Trimmer) | |
| 6 Hochfrequenz-Luftspule | 30 |
| 7 Kondensator | |
| 8 variabler Kondensator (Trimmer) | |
| 9 Hochfrequenz-Luftspule | |
| 10 Differential-Trimmer | |
| 11 Hochfrequenz-Generator | 35 |
| 12 Vakuumstromdurchführung | |
| 13 dielektrisches Fenster | |
| 14 Rückwand des Plasmagefäßes | |
| 15 Vakuumdichtung | |
| 16 mechanische Vakuumdurchführung | 40 |
| 17 Festkondensator | |

Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk bestehend aus
 - einem primären Schaltkreis (1) mit einem beliebigen (7) und einem variablen Kondensator (8) und einer Hochfrequenz-Luftspule (9) sowie
 - einem sekundären Schaltkreis (2) mit einem beliebigen Kondensator (5, 17), einer Hochfrequenz-Luftspule (6) und mindestens einer Anregungselektrode (3),
 wobei die Schaltkreise (1, 2) über den induktiven Fluß der Hochfrequenz-Luftspulen (6, 9) miteinander gekoppelt sind,

dadurch gekennzeichnet, daß Primär- (1) und Sekundärkreis (2) zusätzlich kapazitiv gekoppelt sind.
2. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen kapazitiver und induktiver Plasmaankopplung gewählt werden kann.
3. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß kontinuierlich zwischen kapazitiver und induktiver Plasmaankopplung gewählt werden kann.
4. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kapazitive Kopplung durch einen oder mehrere Fest-Kondensatoren erfolgt.

5. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die kapazitive Kopplung durch einen variablen Kondensator erfolgt.

6. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die kapazitive Kopplung durch einen Differential-Trimmer (10) erfolgt.

7. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Differential-Trimmer (10) ein Differential-Luftplattentrimmer mit multilinearer Kennlinie verwendet wird, der segmentierte Stator- und/oder Rotorplatten aufweist.

8. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonanzfrequenz von Primär- (1) und Sekundärkreis (2) auf die Generatorfrequenz über einen Primär- (8) sowie einen Sekundär-Trimmer (5) angepaßt werden kann.

9. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu den Trimmern (5, 8) zusätzlich Fest-Kondensatoren geschaltet werden können.

10. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Primärkreis (1) derart dimensioniert ist, daß hohe Spannungsamplituden erreicht werden, und daß der Sekundärkreis (2) derart dimensioniert ist, daß hohe Stromamplituden erreicht werden.

11. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Hochfrequenz-Luftspulen (6, 9) kühlabare Hochfrequenz-Luftspulen in Form eines Rohres aus einem unedlen Metall mit geringem elektrischem Widerstand verwendet werden, die mindestens an ihrer äußeren Oberfläche mit einer Schicht eines chemisch-inerten Metalls mit hohen Leitwerten versehen sind.

12. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärspule (9) aus mehreren, vorzugsweise aus 2 bis 10 Wicklungen, besteht.

13. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundärspule (6) aus weniger als 2 Wicklungen, vorzugsweise aus nur einer Wicklung, besteht.

14. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Spulen (6, 9) zwischen 10 und 100 mm liegt.

15. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anregungselektrode (3) im Vakuum angeordnet ist.

16. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anregungselektrode (3) außerhalb des Vakuums angeordnet ist.

17. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anregungselektrode (3) mit dem atmosphärenseitigen Teil des Sekundärkreises (2) über Vakuumstromdurchführungen (12) verbunden ist.

18. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte aus Trimmer (5), Spule (6) und Anregungselektrode (3) sowie den Verbindungselementen bestehende Sekundärkreis (2) im Vakuum angeordnet ist.

19. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach Anspruch 18 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Kopplungsspulen (6, 9) ein dielektrisches Fenster (13)

angeordnet ist.

20. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Fenster (13) aus einem unmagnetischen und magnetisch durchlässigen Material besteht.

21. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Fenster (13) aus Quarzglas oder Aluminiumoxid besteht.

22. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Sekundär-Trimmer (5) durch eine mechanische Vakuumdurchführung (16) einstellbar ist.

23. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Sekundärkreis (2) mindestens aus einem Festkondensator (17), einer Hochfrequenz-Luftspule (6) und einer Anregungselektrode (3) besteht.

24. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonanz-Kreise durch Variation der induktiven Kopplung zwischen Primär- (9) und Sekundärspule (6) und/oder durch Einstellen des Primär-Trimmers (8) abstimmbare sind.

25. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung durch Variation des axialen und radialen Abstandes von Primär- (9) und Sekundärspule (6) einstellbar ist.

26. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne oder alle hochfrequenz-führenden Komponenten des Anpaßnetzwerkes, insbesondere Verbindungselemente, Leiterbahnen, Hochfrequenz-Luftspulen, Kondensatoren, Vakuumstromdurchführungen und Anregungsspulen, aus einem unedlen Metall mit geringem elektrischen Widerstand sind.

27. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne oder alle hochfrequenz-führenden Komponenten mindestens an ihrer äußeren Oberfläche mit einer Schicht eines chemisch-inerten Metalls (29) mit hohen Leitwerten versehen sind.

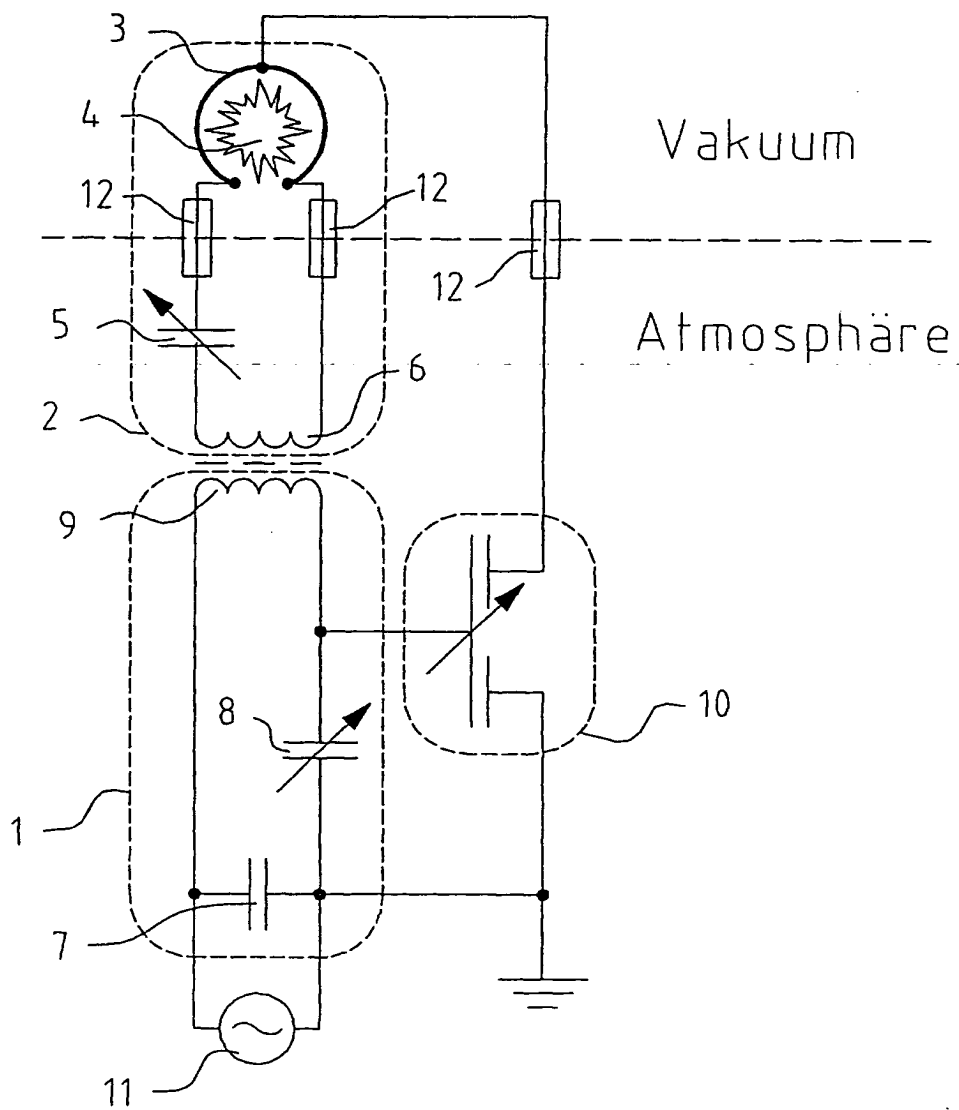
28. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem unedlen Metall der hochfrequenzführenden Komponenten und der chemisch-inerten Metallschicht (29) eine Diffusionssperre (30) als geschlossene Schicht aufgetragen ist.

29. Hochfrequenz-Anpaßnetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne oder alle hochfrequenz-führenden Komponenten des Impedanz-Anpaßnetzwerkes mit einem flüssigen Medium, vorzugsweise mit Wasser, gekühlt werden.

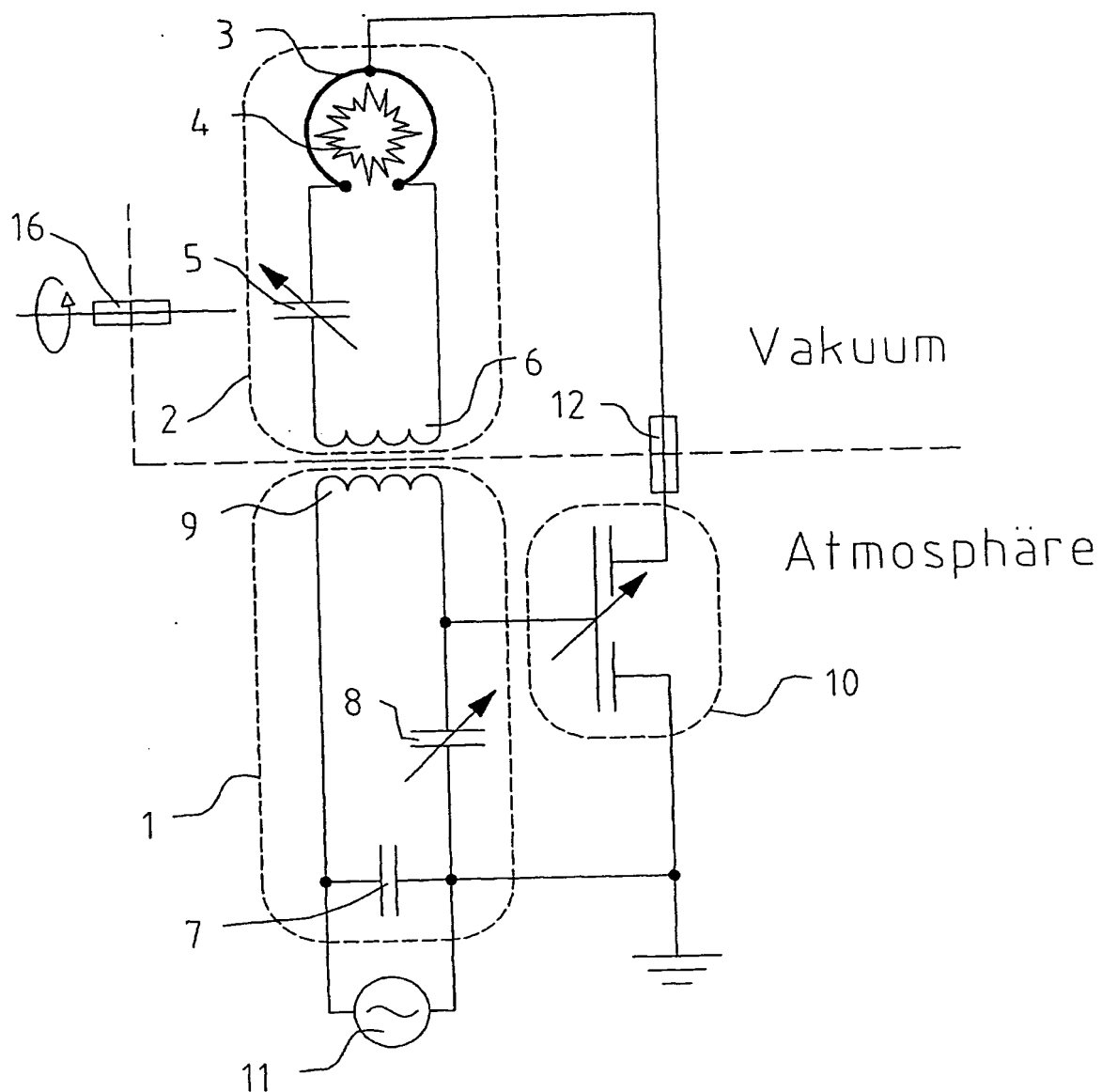
30. Verwendung eines Hochfrequenz-Anpaßnetzwerkes nach einem der Ansprüche 1 bis 29 zur Erzeugung eines quasineutralen Plasmastrahls.

31. Verwendung eines Hochfrequenz-Anpaßnetzwerkes nach einem der Ansprüche 1 bis 29 zur Erzeugung eines Ionenstrahls.

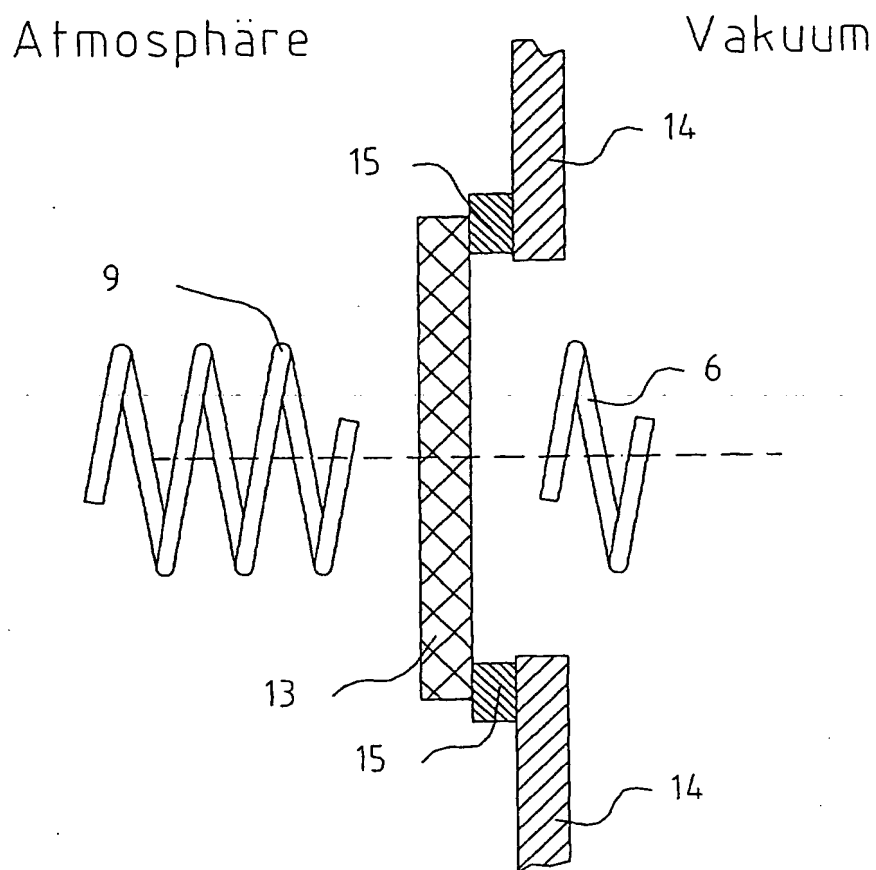
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



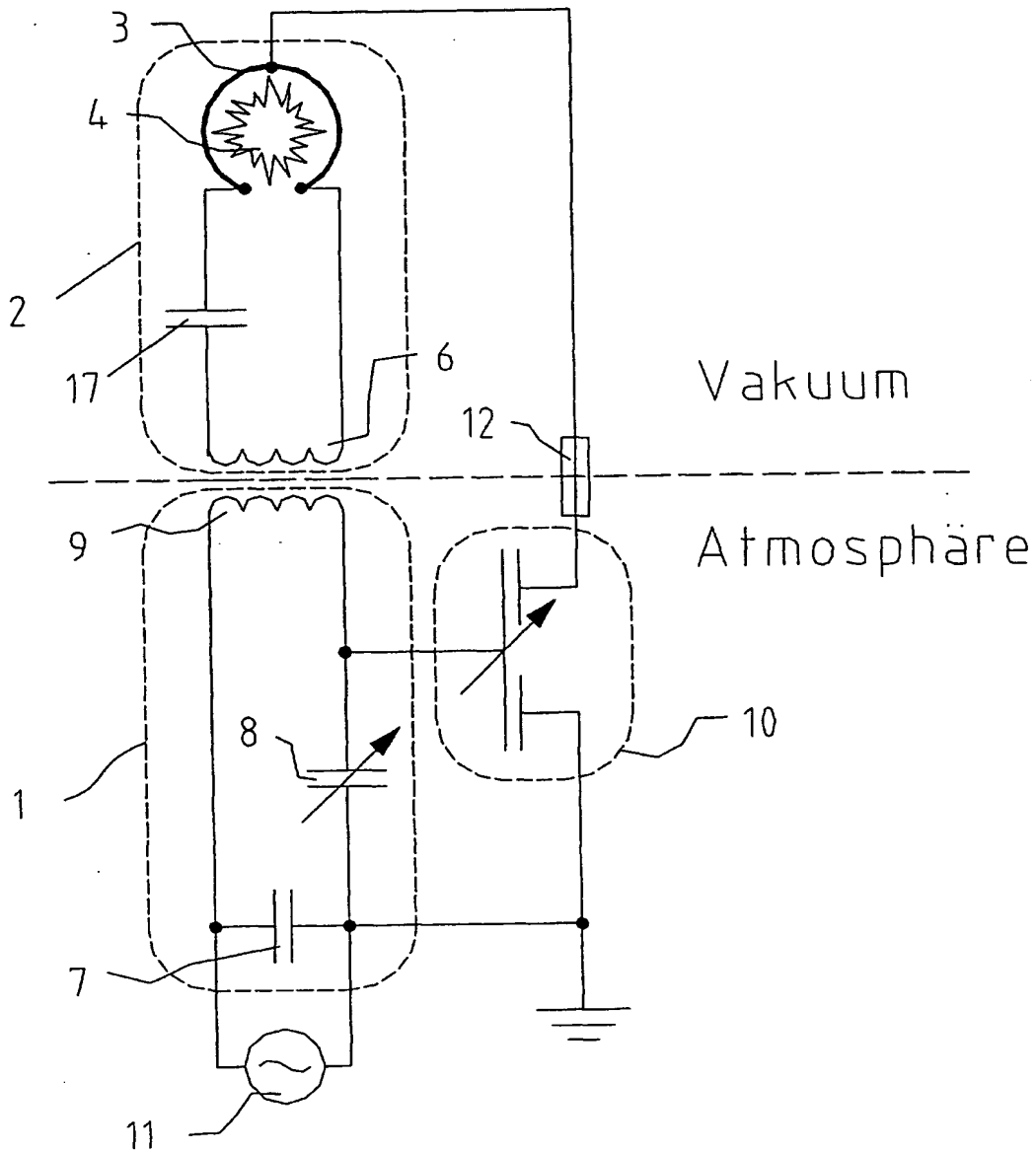
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010479948 **Image available**

WPI Acc No: 1995-381269/199549

XRFX Acc No: N95-279220

Ion source based on discharge from cool cathode - has equipotential hollow cathode, ring anode, magnetic system, accelerating electrode, insulators and auxiliary cavity

Patent Assignee: RUBEZHANSK SECT VOROSH MECH ENG INST (VORM)

Inventor: GAPONENKO A T; LIZIN E I; NIKITINSKII V A

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| SU 1402185 | A1 | 19950410 | SU 4017169 | A | 19851224 | 199549 B |

Priority Applications (No Type Date): SU 4017169 A 19851224

Patent Details:

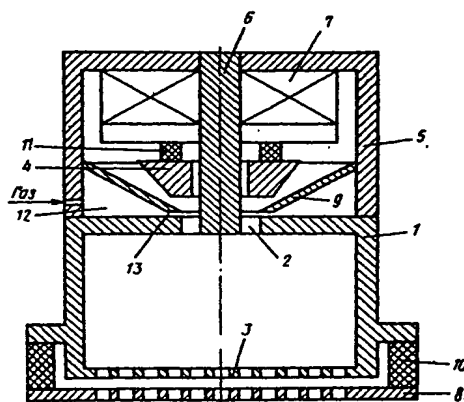
| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|------------|------|-----|----|-------------|--------------|
| SU 1402185 | A1 | | 3 | H01J-003/04 | |

Abstract (Basic): SU 1402185 A

Ion source consists of the equipotential hollow cathode (1), ring anode (4), magnetic system, multi aperture withdrawal system and the auxiliary cavity (12). The working gas fills up the ion source through the auxiliary cavity (12). The pumping out is carried out through the multi aperture withdrawal system. The pressure in the auxiliary cavity (12) is greater by the order of two than that in the hollow cathode (1). Due to high pressure in the auxiliary cavity (12) the main discharge is ignited between the anode (4) and the auxiliary cavity at a low potential. The ion main generation takes place in the pre-anode part. The ion collection is carried out from the hollow cathode (1) through the multi aperture withdrawal system.

USE/ADVANTAGE - For generation of active gas intensive ion beams and in technological operations carried out in vacuum, e.g., base etching and film application. Ion source life service and electric efficiency are increased. Bul. 10/10.4.95

Dwg.1/1



{INSERT IMAGE BMP "W

09FE94C.bmp"}

Title Terms: ION; SOURCE; BASED; DISCHARGE; COOLING; CATHODE; EQUIPOTENTIAL
; HOLLOW; CATHODE; RING; ANODE; MAGNETIC; SYSTEM; ACCELERATE; ELECTRODE;
INSULATE; AUXILIARY; CAVITY

Derwent Class: V05

International Patent Class (Main): H01J-003/04

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): V05-F04A5; V05-F05A7C; V05-F08D; V05-F08E1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010417575 **Image available**
WPI Acc No: 1995-318890/199541
XRPX Acc No: N95-239870

Ion source of vapour of metals - has rod with its cap positioned at defined distance from bottom of cathode

Patent Assignee: DNEPR CHEM TECHN INST RUBEZHANSK SECT (DNCH); NUCLEAR
PHYS RES INST TOMSK POLY (TOPO)

Inventor: BOGATYREV O A; POTEKIN G V; ZHURAVLEV B I

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| RU 1745080 | C | 19950327 | SU 4806303 | A | 19900329 | 199541 B |

Priority Applications (No Type Date): SU 4806303 A 19900329

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan Pg | Main IPC | Filing Notes |
|------------|------|--------|-------------|--------------|
| RU 1745080 | C | 5 | H01J-027/04 | |

Abstract (Basic): RU 1745080 C

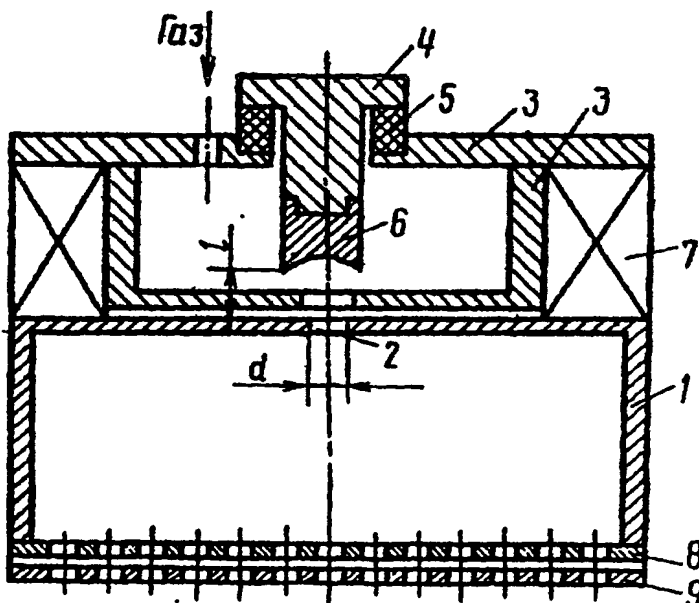
The source of ions has a hollow cathode (1) with an axial cathode hole (2), anode (3) with hermetically sealed rod (4) set on an insulator (5) and terminated by cap (6) made from ion producing metal, the distance (c) from bottom of cathode (1) to the cap (6) is $l = (1-3)d$; d is the diameter of cathode hole (2). The surface of cap (6) placing the cathode is made in the form of part of sphere with its centre positioned on the axis of cathode hole (2), and its radius is not larger than the diameter of (d) of cathode hole (2).

The discharge is ignited between cathode (1) and anode (3) with appearance of plasma in hollow cathode, anode plasma in anode and plasma bunch in the hole (2).

USE/ADVANTAGE - In vacuum-plasma treatment of materials for raising their strength with raised concentration of ions of metal in working flow of plasma, and raised working resource of source. Bul. 9/27.3.95

Dwg.1/1

{INSERT IMAGE BMP



"W09EF5A7.bmp"}

Title Terms: ION; SOURCE; VAPOUR; METAL; ROD; CAP; POSITION; DEFINE;
DISTANCE; BOTTOM; CATHODE

Derwent Class: V05

International Patent Class (Main): H01J-027/04

International Patent Class (Additional): H01J-027/22

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): V05-F04A5A; V05-F04A9; V05-F05E3

5

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010400016 **Image available**
WPI Acc No: 1995-301329/199539
XRPX Acc No: N95-228684

Ton plasma emitter hollow cathode for object ion-plasma treatment - has form of extended hollow cathode open at one side and with cavity width close to its peripheral part and exceeding cavity width in its central part

Patent Assignee: NOVATEKH RES PRODN ASSOC (NOVA-R)
Inventor: METEL A S
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001
Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| RU 2030015 | C1 | 19950227 | SU 5042612 | A | 19920519 | 199539 B |

Priority Applications (No Type Date): SU 5042612 A 19920519

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|------------|------|-----|----|-------------|--------------|
| RU 2030015 | C1 | | 4 | H01J-027/04 | |

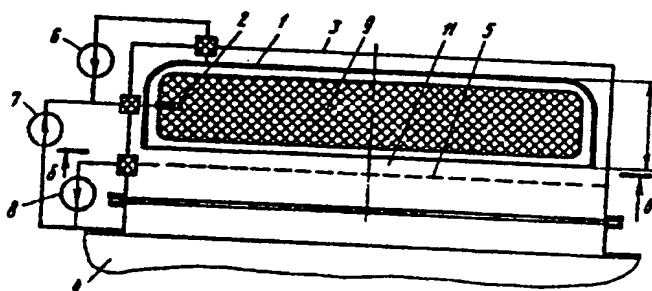
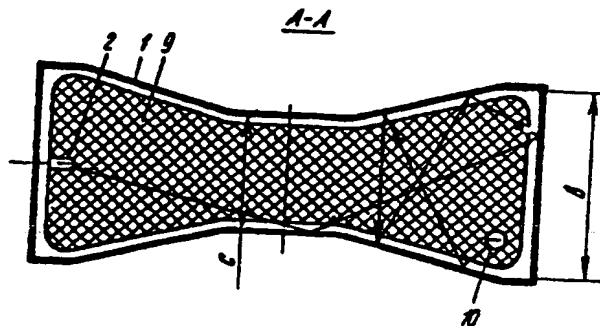
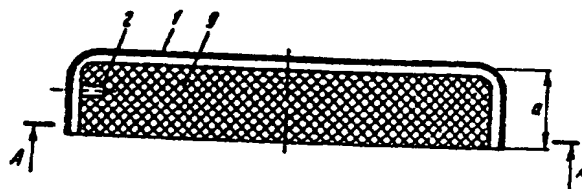
Abstract (Basic): RU 2030015 C

Hollow cathode (1) comprises side and face walls forming an extended cavity with an emission opening limited by the side walls. The depth in the cathode cavity is constant along the whole length of the cathode and its width close to the cathode peripheral parts exceeds the width in the cathode central part. The ion source with a tape beam includes an air-tight body (3) positioned on the working vacuum chamber (4) window, emission grid (5), discharge electric supply (6), accelerating voltage source (7) and circuit voltage source (8). The hollow cathode (1) is positioned inside the body (3) and it is turned by its open side in the grid (5) direction. The source (6) negative pole is connected to the cathode and the positive pole to the anode (2) and the source (7) positive pole.

The vacuum chamber (4) is evacuated to a determined pressure. The working pressure inside the hollow cathode is set by supply the ion forming gas. By switching the source (6) discharge voltage is applied between the cathode (1) and the anode (2). In order to supply accelerating voltage exceeding the discharge voltage to the anode (5) the source (7) is switched on. Voltage of negative polarity is fed to the circuit by switching the source (8). With the help of an ignition device a stationary smouldering discharge with the hollow cathode is initiated. As a result the cathode cavity fills with the plasma (9) emitting ions.

ADVANTAGE - Uniformity of distributing current of ions removed from cathode along cathode length is increased. Bul. 6/27.2.95

Dwg.3/3



{INSERT IMAGE BMP

"W09EB110.bmp"}

Title Terms: TON; PLASMA; EMITTER; HOLLOW; CATHODE; OBJECT; ION; PLASMA;
TREAT; FORM; EXTEND; HOLLOW; CATHODE; OPEN; ONE; SIDE; CAVITY; WIDTH;
CLOSE; PERIPHERAL; PART; CAVITY; CENTRAL; PART
Derwent Class: V05
International Patent Class (Main): H01J-027/04
International Patent Class (Additional): H01J-017/06
File Segment: EPI
Manual Codes (EPI/S-X): V05-F05C